

Естественные науки

УДК 502(06)

С.Н. БЕСЕДИН
(Волгоград)

ТЕХНОЛОГИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УЧЕБНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

В исследовании прогнозируется формирование рисков от негативных факторов техносферы, которые формируются в учебных помещениях Волгоградского государственного социально педагогического университета (ВГСПУ). Предложена технология обеспечения безопасности жизнедеятельности на базе разработанных организационно-технических мероприятий, направленных на минимизацию ущерба обучаемым в учебных помещениях в зависимости от вида негативного фактора и величины формируемого им риска. Разработаны организационно-технические мероприятия по минимизации риска от таких негативных факторов техносферы, как электромагнитные поля, акустического давления шума автотранспорта, радиоактивного газа радон, токсического влияния углекислого газа, отработанных газов автотранспорта, недостаточной освещенности на здоровье обучаемых.

Ключевые слова: негативные факторы техносферы, риски от негативных факторов, организационно-технические мероприятия (ОТМ), электро-магнитные поля (ЭМП), отработанные газы автотранспорта (ОГА).

SERGEY BESEDIN
(Volgograd)

TECHNOLOGY FOR ENSURING LIFE SAFETY IN EDUCATIONAL PREMISES OF EDUCATIONAL INSTITUTION

The article deals with the prediction of the formation of risks from negative factors of the technosphere, which are formed in the educational premises of Volgograd State Socio-Pedagogical University. There is suggested the technology for the ensuring of life safety based on the developed organizational and technical measures aimed at minimizing the damage to students in educational premises, depending on the type of the negative factor and the magnitude of the formed risk by it. There are developed the organizational and technical measures to minimize the risk of such negative factors of the technosphere as electromagnetic fields, acoustic pressure of vehicle noise, radioactive radon gas, toxic effects of carbon dioxide, exhausted gases of vehicles and insufficient illumination on the health of students.

Key words: negative factors of technosphere, risks from negative factors, organizational and technical measures, electro-magnetic fields, exhausted gases of motor transport.

В настоящее время интерес к обеспечению безопасного пребывания в образовательном пространстве обучаемых и персонала непрерывно растет. Это связано с анализом, минимизацией и управлением рисками от негативных факторов, которые формируются в учебных помещениях образовательного пространства в условиях техносферы. Ввиду актуальности проблемы возникает необходимость разработки и внедрения технологии обеспечения безопасности жизнедеятельности обучаемых в образовательных учреждениях.

Актуальность этого направления исследования обусловлена возрастающим интересом к минимизации рисков в сфере обеспечения безопасности жизнедеятельности в образовательном пространстве. Основопологающие принципы риска в охране труда в сфере образования начали развиваться достаточно давно, но в качестве эффективного инструмента формирования и принятия управленческих решений в этом направлении получили широкое применение в последние 15 лет [6].

Задача настоящего исследования – провести системный анализ рисков в сфере обеспечения безопасности жизнедеятельности на примере учебной аудитории 1-31 Волгоградского государственного социально-педагогического университета с учетом негативных факторов техносферы, которые формируются в ней. На основе анализа рисков построить структуру технологического обеспечения жизнедеятельности в образовательном учреждении.

В настоящее время проблема обеспечения и управления безопасностью жизнедеятельности, а именно рисками образовательной среды **в современном образовательном пространстве не решена, а внедрение комплексной технологии управления рисками в образовательных учреждениях находится в режиме поиска** и рассматривается с позиции минимизации рисков для физического, психического и психологического здоровья обучающихся и преподавателей.

Понятие технологии в области безопасности жизнедеятельности (с древнегреческого – понятие, умение, мастерство) – это совокупность методов и инструментов для достижения желаемого результата и включает в себя способы работы, её режим, последовательность действий для решения практических задач [1].

Технология в области безопасности жизнедеятельности – это умение с помощью аналитических методов и инструментария прогнозировать, анализировать риски и управлять ими с целью минимизации вреда здоровью обучаемым в образовательном пространстве [Там же]. Особое место, с точки зрения негативности, занимают учебные помещения образовательного учреждения, в которых в силу различных негативных факторов формируются не безопасные условия трудовой деятельности как для обучаемых, так и персонала. В эти условия входят потенциальные негативные факторы техносферы, к которым относятся электромагнитные поля, радиоактивный газ радон Rn 222, акустический шум и отработанные газы автотранспорта, углекислый газ от жизнедеятельности обучаемых, уровень освещенности рабочих поверхностей. Для построения технологичной структуры обеспечения безопасности жизнедеятельности обучаемых в учебном помещении проведен мониторинг уровней негативных факторов. Из четырех основных компонентов обеспечения безопасности ОУ (см. рис. 1) – это пожарная, информационная, антитеррористическая и техносферная безопасности.



Рис. 1. Общая технология обеспечения безопасности жизнедеятельности в образовательном учреждении

К негативным факторам техносферы, которые формируют опасности в образовательной среде могут быть отнесены (см. рис. 2 на с. 70) электромагнитные поля (электрическое и магнитное поле), ра-

диоактивный газ радон Rn 222, шум от автотранспорта (в виде акустического давления), отработанные газы автотранспорта, углекислый газ, как продукт жизнедеятельности обучаемых, уровень освещенности. Значения этих негативных факторов получены в результате исследований образовательной среды учебного помещения 1-31, а именно:

- электрические и магнитные поля от смартфонов в различных режимах эксплуатации [3];
- отработанные газы автотранспорта [4];
- радиоактивный газ радон 222 [5];
- шум или акустическое давление в результате проведенных измерений шумомером “Digital sound level meter” (версии 1351 – EN-00) с диапазоном измерения от 30 до 130 Дб [2];
- концентрация углекислого газа детектором углекислого газа МТ 8057S в период проведения занятий [3];
- уровень освещенности в период выполнения лабораторных работ по освещенности люксометром пульсометром Аргус-07.



Рис. 2. Негативные факторы, формируемые в учебном помещении 1-31

Прогноз рисков от воздействия *i*-го вредного фактора осуществлялся по зависимости (1)

$$R_i = \text{ВПФ}_i / \text{ПДК}_i \cdot N_{\Gamma}, \quad (1);$$

где ВПФ_{*i*} – вредный производственный фактор;

ПДК_{*i*} – предельно-допустимое значение (концентрация) вредного фактора;

*N*_Γ – количество обучаемых за год в учебном помещении.

В результате получены значения рисков для обучаемых от воздействия различных негативных факторов:

а) Риск от воздействия электрического поля

$$R_{\text{ЭП}} = \frac{\text{ЭП}_{\text{ср}}}{\text{ПДК}_{\text{ЭП}} \cdot N_{\Gamma}}, \quad (2);$$

б) Риск от воздействия магнитного поля

$$R_{\text{МП}} = \frac{\text{МПср}}{\text{ПДКМП} * N_{\Gamma}}, \quad (3);$$

с) Риск от воздействия шума автотранспорта (акустического давления)

$$R_{\text{Ш1}} = \frac{D_{\text{ср}}}{\text{ПДК} * N_{\Gamma}}, \quad (4), \text{ окна открыты для вентилирования учебного помещения};$$

$$R_{\text{Ш2}} = \frac{D_{\text{ср}}}{\text{ПДК} * N_{\Gamma}}, \quad (5), \text{ окна закрыты};$$

д) Риски от воздействия углекислого газа CO_2

$$R_{\text{CO}_2} = \frac{C_{\text{ср1}}}{\text{ПДК}_{\text{CO}_2} * N_{\Gamma}}, \quad (6), \text{ окна открыты};$$

$C_{\text{ср1}}$ – средняя концентрация углекислого газа в учебном помещении при открытом на вентилирование окна.

$$R_{\text{CO}_2} = \frac{C_{\text{ср2}}}{\text{ПДК}_{\text{CO}_2} * N_{\Gamma}}, \quad (7), \text{ окна закрыты};$$

$C_{\text{ср2}}$ – средняя концентрация углекислого газа в учебном помещении при открытом на вентилирование окна.

е) Риски от воздействия радиоактивного газа радон Rn 222

$$R_{\text{Rn 222}} = \frac{C_{\text{ср}}}{\text{ПДК}_{\text{Rn}} * N_{\Gamma}}, \quad (8);$$

$C_{\text{ср}}$ – осредненная концентрация радона Rn 222;

ф) Риски от воздействия отработанных газов автотранспорта.

В качестве отработанных газов автотранспорта рассматривались – оксид углерода (CO), оксид азота (NOx), углеводороды (CH). Определение рисков от воздействия отработанных газов автотранспорта проводился в интервал времени, когда движение наиболее интенсивное с 8.00 до 13.00.

$$R_{\text{CO}} = \frac{C_{\text{ср}}}{\text{ПДК}_{\text{CO}} * N_{\Gamma}}, \quad (9);$$

$$R_{\text{NO}} = \frac{C_{\text{ср}}}{\text{ПДК}_{\text{NO}} * N_{\Gamma}}, \quad (10);$$

$$R_{\text{CH}} = \frac{C_{\text{ср}}}{\text{ПДК}_{\text{CH}} * N_{\Gamma}}, \quad (11).$$

Осредненные значения риска от воздействия трех компонентов отработанных газов определялось по зависимости:

$$R_{\text{ОГА}} = R_{\text{CO}} + R_{\text{NO}} + R_{\text{CH}} \quad (12).$$

В качестве предельно-допустимых значений применялись среднесуточные концентрации газов 3.0 мг/м³ (для СО – оксида углерода), 0.1 мг/ м³ (для NOx – оксида азота) и 1.5 мг/ м³ (для углеводородов СН).

г) Риски от недостаточной освещенности при выполнении зрительной работы по зависимости

$$R_{oc} = \frac{КЕО_{ср}}{ПДУ_{кео} * Nг}, \quad (13);$$

где КЕО ср коэффициент естественной освещенности при комбинированном освещении рабочих поверхностей в учебном помещении;

– ПДУ кео нормируемое значение коэффициента естественной освещенности для зрительной работы 4-го класса 5%. предельно допустимых уровней представлен в табл. 1.

Анализ уровней рисков относительно предельно допустимых концентраций и уровней представлен в табл. 1.

Таблица 1

Прогноз негативных факторов и рисков на обучаемых в течении учебного года

Вид негативного фактора (НФ)		Средние значения (НФ)	ПДК	Величина риска, R 104
ЭМП	ЭП kv/m	20,5	25	0,27
	МП u/T	940	250	1,25
Шум, Дб (откр. окна)		72,3	58,28	0,41
Шум, Дб (закр. окна)		51,0		0,29
Rn 222, Бк/м ³		86,0	100	0,86
СО ₂ , %		1,28	1,0	0,42
Уровень освещенности, КЕО. % (4 класс зрительной работы)		3,38	5	0,2
Вид негативного фактора (НФ)		Средние значения (НФ)	ПДК	Величина риска, R 104
ОГА, мг/		Средние значения по трем токсичным газам		0,92
Оксид углерода, СО		8,3	3,0	0,92
Оксиды азота, NO		0,5	0,1	1,66
Углеводороды, СН		0,82	1,5	0,18

Примечание: ОГА – отработанные газы автотранспорта; ЭПМ – электромагнитные поля от смартфонов (ЭП – электрическое поле, МП – магнитное поле); Шум (уровень звукового давления, Дб); радиоактивный газ Rn 222, Бк/ м³; углекислый газ СО₂, % выдыхаемый обучаемыми; Уровень освещенности, коэффициент естественной освещенности КЕО, % (4 класс зрительной работы).

Анализ рисков негативного воздействия на обучаемых показывает, что максимальные значения негативности относятся к отработанным газам автотранспорта (риск=0,92*10⁻⁴), электромагнитному полю от воздействия смартфонов (риск=1,52*10⁻⁴), радиоактивному газу радон 222 (риск=0,86*10⁻⁴).

Риски от таких негативных факторов как уровень освещенности рабочих мест (риск=0,2*10⁻⁴), акустического шума (риск=0,2*10⁻⁴), углекислого газа от жизнедеятельности обучаемых (риск=0,42*10⁻⁴) представляют меньшую опасность по сравнению предыдущими негативными факторами.

Для наглядности значения прогнозируемых рисков в зависимости от вида негативного фактора представлены на рис. 3 на с. 73.

Таким образом, риски от рассматриваемых негативных факторов попадают в переходную зону от 10⁻⁶ до 10⁻⁶. Что говорит о необходимости проведения комплекса организационно-технических ме-

роприятий направленных на минимизацию рисков через систему управления ими. Система управления рисками является необходимой частью реализации безопасности и должна входить в технологию обеспечения безопасности жизнедеятельности в образовательном учреждении. Таким образом, технология обеспечения безопасности жизнедеятельности в образовательном учреждении в условиях техносферы включает следующие этапы (см. рис. 4 на с. 74):

1 этап включает непрерывный мониторинг опасных и негативных факторов в образовательном пространстве (включая учебные помещения);

2 этап включает проведение измерений негативных факторов, сравнение с санитарными нормами и осуществление прогноза рисков на обучаемых от их негативного воздействия;

3 этап включает проведение анализа рисков и их уровня негативности;

4 этап включает управление рисками (их оптимизация с учетом затрат на реализацию организационно-технические мероприятия);

5 этап включает разработку организационно-технических мероприятий по снижению рисков и уровней негативности от воздействия вредных и опасных производственных факторов;

6 этап включает разработку бизнес-плана затрат по реализации ОТМ с учетом социальных рисков;

7 этап включает реализацию ОТМ в соответствии с бизнес-планом;

8 этап включает мониторинг негативных факторов, рисков и их анализ в учебных помещениях по истечению периода обучения;

9 этап включает анализ эффективности реализованных ОТМ по снижению рисков и улучшения условий безопасности в учебных помещениях;

10 этап включает выводы о эффективности принятых решений по снижению рисков;

11 этап включает корректировку реализованных ОТМ.



Рис. 3. Прогноз рисков в учебном помещении в зависимости от вида негативного фактора

В соответствии с уровнем негативности каждого их факторов разработаны организационно-технические мероприятия для учебного помещения 1-31, направленные на снижение негативного воздействия на обучаемых, которые представлены в табл. 2 (см. на с. 74).



Рис. 4. Этапы реализации технологии обеспечения безопасности жизнедеятельности обучающихся

Таблица 2

Детализация организационно-технические мероприятия в учебном помещении по управлению и снижению рисками от воздействия вредных факторов

№ п/п	Риски от ВПФ	Величина риска, R 104	Организационно-технические мероприятия
1	Недостаточная освещенность рабочих мест	0,2	Установить дополнительные светильники для приведения КЕО до нормы, гарантирующие выполнение зрительной работы 4 класса точности. Добавить второе световое окно
2	Повышенная величина звукового давления (шума) от АТП	0,35	Установить двухкамерные стеклопакеты на световом окне для снижения уровня звукового давления на обучающихся. Соблюдать режим вентилирования помещения

№ п/п	Риски от ВПФ	Величина риска, R 104	Организационно-технические мероприятия
3	Избыточная концентрация углекислого газа от жизнедеятельности обучающихся	0,42	1. Соблюдать режим проветривания помещения (через каждые 45 минут на 10 минут). 2. Установить автономные системы очистки воздуха фотокаталитического типа. 3. Дооборудовать стеклопакеты бризерами для вентилирования
4	Воздействие ЭМП от смартфонов в режиме ожидания	0,76	Выключать смартфоны на период проведения учебных занятий
5	Воздействие ионизирующего излучения радиоактивного газа Rn222	0,86	1. Проводить мониторинг газовоздушной среды на содержание Rn 222. 2. Провести герметизацию пола в учебном помещении специальными мастиками с целью снижения эманации радона Rn 222. 3. Соблюдать режим проветривания помещения (через каждые 45 минут на 10 минут)
6	Воздействие отработанных газов автотранспорта (ОГА) CO, NO, CH, CO ₂	0,92	1. Сократить время проветривания учебного помещения через окно до 10 минут. 2. Установить автономную систему очистки ГВС от токсичных газов в УП фотокаталитического типа. 3. Проводить мониторинг ГВС на предмет содержания токсичных газов CO, NO, CH, CO ₂ и соответствие их санитарным нормам и правилам (СанПин).

Представленная технология обеспечения безопасности жизнедеятельности в образовательном учреждении опирается на результаты мониторинга уровней негативных факторов и величин рисков от техносферных факторов: электромагнитные поля, шум (акустическое давление), радона 222, углекислого газа, отработанных газов автотранспорта (CO, NO, CH), уровня освещенности рабочих мест.

Проведенный анализ значений негативных факторов и сравнение их с ПДК санитарного нормирования и рисками (табл. 1 на с. 72) показывает на превышение по таким негативным факторам, как магнитное поле (940 u/T против 250 u/T), акустическое давление (72,3 дБ против 58,28 дБ), углекислый газ (1,28% против 1,0%), оксид углерода от автотранспорта (8,3 мг/м³ против 3,0 мг/м³).

Наиболее опасными по уровню воздействия на обучающихся (см. рис. 3 на с. 73) являются отработанные газы автотранспорта, электромагнитные поля, радон 222. Этапы реализации технологии обеспечения безопасности жизнедеятельности в условиях воздействия негативных факторов включают реализацию 11 позиций и завершаются корректировкой ОТМ, после повторного мониторинга опасностей в учебных помещениях (см. рис. 4 на с. 74).

Литература

1. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда) / П.П. Кукин, В.Л. Лапин, Е.А. Подгорных [и др.]. М.: Высш. шк., 2003.
2. Беседин С.Н. Прогноз опасности от воздействия отработанных газов автотранспорта в учебных помещениях вуза // Электрон. науч.-образоват. журнал ВГСПУ «Грани познания». 2018. № 4(57). С. 49–53. [Электронный ресурс]. URL: <http://grani.vspu.ru/files/publics/1539964147.pdf> (дата обращения: 11.11.2020).

3. Беседин С.Н. Прогноз углекислого газа в учебных помещениях и разработка организационно-технических мероприятий по минимизации ущерба здоровью обучающихся // Электрон. науч.-образоват. журнал ВГСПУ «Грани познания». 2020. № 2(67). С. 3–8. [Электронный ресурс]. URL: <http://grani.vspu.ru/files/publics/1588250188.pdf> (дата обращения: 09.11.2020).

4. Беседин С.Н. Прогноз формирования вредных факторов в учебных помещениях вуза // Электрон. науч.-образоват. журнал ВГСПУ «Грани познания». 2018. № 4(57). С. 54–57. [Электронный ресурс]. URL: <http://grani.vspu.ru/files/publics/1539964940.pdf> (дата обращения: 09.11.2020).

5. Беседин С.Н., Демин М.Ю. Прогноз радоновой опасности и пути ее минимизации в помещениях педагогического вуза // Студен. электрон. журнал «СтРИЖ». 2017. № 4-2(15). С. 52–55. [Электронный ресурс]. URL: <http://strizh-vspu.ru/files/publics/1502975190.pdf> (дата обращения: 11.11.2020).

6. Полянский В.В. Гигиеническая оценка окружающей среды и состояния здоровья детского населения малого города в целях совершенствования социально-гигиенического мониторинга: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Рязань, 2000.